



## این امکان وجود دارد که سوخت مان را در یک کشور خارجی تست کنیم؟

بله ممکن است. برخی کشورها این سرویس را می‌دهند. خود روس‌ها هم راکتورهای تست دارند و در این موضوع هم سازمان با طرف‌های خارجی در حال مذاکره است و هم خودمان در حال ایجاد تاسیسات تست عملکردی هستیم. البته تولید کنندگانی که محصولشان گواهی‌نامه بین‌المللی دارند مثل روسیه که ۱۷ درصد سوخت دنیا را تامین می‌کند فقط یک بار تست انجام می‌دهد ما هم باید جایی که مرجع معتبر باشد سوخت را تست کنیم.

## سوخت راکتور فعلی اراک هم تست عملکردی داشت؟

برخی تست‌های این سوخت را مادر راکتور تهران انجام دادیم چون شرایط اراک هم خیلی بحرانی نیست و محاسباتی که کرده‌اند جواب داده است.

## با وجود این که شما نمی‌توانید سوخت راکتور قدرت را تست کنید، آیا می‌توانید مجتمع سوخت واقعی را تولید کنید؟

سوخت واقعی صدرصد باید تست شود البته مراحل تکمیل کار هم باقی مانده است و فعلاً باید تست‌های ابعادی شود.

## آیا برای راکتور بوشهر باید ۱۶۳ مجتمع سوخت مجازی که هر مجتمع ۳۱۱ میله سوخت داشته باشد تولید کنید؟

ممکن است در راکتور بوشهر که تست شده نیاز به این تعداد مجتمع مجازی نباشد اما راکتور فعلی اراک چون هنوز کار نکرده باید اول توسط سوخت مجازی تست شود که ما برای اراک ۱۵۰ مجتمع سوخت مجازی را تولید و تحویل داده‌ایم.

## اگر راکتور اراک باز طراحی شود و قرص سوخت آن تغییر یابد این مجتمع سوخت‌ها هم تغییر می‌کند؟

باید باز طراحی راکتور اراک مشخص شود چون در این صورت ممکن است ابعاد نیز تغییر یابد و در نتیجه لوله آن نیز عوض می‌شود و دوباره باید ساخته شود. (طبق بند ۱۰ پیوست یک توافق برجام، قرص سوخت و مجتمع سوخت اراک تا زمان باز طراحی راکتور مدرن جدید و عملیاتی شدن آن تحت نظارت آژانس باقی می‌ماند و در آن صورت این قرص‌ها به UNH که یک محصول میان برای تولید پودر سوخت است تبدیل می‌شود.)

## چه تخصص‌هایی در FMP مورد نیاز است؟

البته این‌جا علوم مختلف در هم تنیده هستند اما بیشتر از متخصصان مواد، مکانیک، شیمی و فیزیک استفاده می‌شود.

## در ایجاد این کارخانه خارجی‌ها به چه میزان دخیل بودند؟

مشاور و پیمانکار خارجی نداشتیم چون در شرایط تحریم کار کردیم اما از دانش آن‌ها از جمله مقالات و استانداردهایی که در دنیا بوده استفاده کردیم.

**وارد بحث ۳ محصول اصلی FMP یعنی قرص‌های سوختی که از UO2 طبیعی برای راکتور فعلی اراک و UO2 زیر ۵ درصد غنی شده برای بوشهر استفاده می‌شوند و U3O8، ۲۰ درصد غنی شده که برای ساخت صفحات سوخت راکتور تهران به کار می‌روند، بشویم. در مورد سوخت نیروگاه بوشهر در چه مرحله‌ای هستیم؟** مقداری مواد غنی شده آمده و در حال تست هستیم که اگر جواب داد می‌توانیم تولید انبوه کنیم. از طرف دیگر توانستیم مجتمع سوخت مجازی بوشهر را تولید کنیم.

## در مورد تولید مجتمع سوخت مجازی بوشهر چه چالش‌هایی داشتید؟

در سوخت مجازی قرص سرب استفاده می‌کنیم و در نتیجه مرحله ساخت قرص واقعی را نداریم بنابراین در این مرحله شکل خود غلاف و خود مجتمع و قطعاتش مهم است. مادر ساخت مجتمع بوشهر قطعاتی از جنس آلومینیوم و استیل داریم که دقیقاً مثل اصلی است. مرحله تولید لوله‌ها هم حله خیلی مهمی است که در این پروژه توانستیم با تلاشی که داشتیم مشخصات این لوله و غلاف را به مشخصات واقعی برسانیم ضمن این‌که از

نظر ترکیب شیمیایی نیز شرایط سخت‌تری نسبت به مجتمع سوخت اراک دارد. بنابراین تولید لوله و قطعات و شبکه‌ها و اسفنج زیر کونیوم و جوشکاری‌هایی که باید انجام می‌شد مرحله مهمی بود که انجام شد. مقدم بر این‌ها تجهیزات جدیدی نسبت به اراک بود که باید ایجاد می‌کردیم که خود ساخت این تجهیزات مسئله مهمی بود مثل میزهای مونتاژ مجتمع یا دستگاه‌هایی که سنجش غنای میله سوخت را انجام می‌دهند یا دستگاه‌های بررسی داخل لوله که همه را تماماً در داخل ساخته‌ایم و بهینه‌سازی‌هایی که باید روی خط قبلی انجام می‌دادیم چون تولید این ۲ مجتمع مشترک است و نیاز به بهینه‌سازی دارد. این قسمت‌ها همه انجام شده است.

## در این بخش‌ها روس‌ها همکاری داشتند؟

خیر همکاری نبوده است و هیچ کمکی نداشتند البته برای بازدید که این مجتمع درست باشد آمدند و تایید کردند. گاهی هم که بازرسان آژانس می‌آیند از این مجتمع هم دیدن می‌کنند.

## در حوزه سوخت ۲۰ درصد توضیح بفرمایید چون نیاز فوری بود و در برنامه ما هم نبود. آن روز غیر از بحث غنی‌سازی، فکر تولید صفحه سوخت هم شد؟

کلاً راکتور تهران راکتوری است که در قدیم سوختش را آمریکا داد و بعد از انقلاب، آژانتین تامین می‌کرد اما از سال ۸۸ این بحث مطرح شد که این‌ها این سوخت را به ما ندهند و نیاز کشور در حوزه رادیو داروها هم جدی بود بنابراین یک پروژه‌ای در سطح سازمان تعریف شد که این سوخت را خودمان تولید کنیم که باید بخش‌های مختلفی به ویژه قسمت غنی‌سازی و FMP درگیر می‌شدند. این‌جا هم اصلاً در طراحی نبود که به سمت تولید صفحه سوخت برویم ولی پروژه‌ای تعریف شد و یک عزم فوق‌العاده و ملی شکل گرفت. آن روزها جلسات متعددی در این زمینه داشتیم و در جلسات کاری هم اختلاف پیش می‌آمد و بعضی وقت‌ها به سمت خودخواهی هم می‌رفت. من یادم هست یک بار مدیرعاملان در بحثی که داغ شده بود به همه ما نتهیب زد که حواستان نیست چه می‌خواهیم بکنیم؟ ما عده زیادی بیمار داریم و این بیماران دارو می‌خواهند. ما هر طور شده باید این کار را بکنیم، فرصتی هم نداریم که بخواهیم علیه یکدیگر کار کنیم و باید همه انرژی‌های خود را یکی کنیم. این کار فوق‌العاده‌ای بود و یکی از شاهکارهای صنعت هسته‌ای محسوب می‌شود.

## چقدر امیدوار بودید که این کار نتیجه بدهد؟

در کارهای فنی، خود موضوع یک بحث است و پشتیبانی موضوع یک بحث دیگر است. به هر حال تعریف کار در ۲ بخش فراوری و ساخت و مونتاژ انجام شد که قسمت فراوری با دوستان UCF بود و قسمت ساخت و مونتاژ هم با FMP که الان هم همینطور است. استرات کار خورده شد در حالی که مثلاً ما کوره خلا با دمای بالا می‌خواستیم و فکر می‌کردیم قابل تامین باشد اما در عین حال این خط ترسیم شده بود که باید این کوره در همین جا برای اولین بار ساخته شود. شاید در حالت عادی هیچ شرکت تولید سوخت دنبال ساخت کوره خلا نرود و آن را می‌خرد اما شرایط به گونه‌ای بود که این تعهد سازمان در کوتاه‌ترین زمان باید انجام می‌شد. حتی تدوین دانش فنی را هم کاملاً خودمان انجام دادیم چون به هیچ عنوان به ما نمی‌دادند.

## این کار ارزش این همه هزینه را داشت؟

اگر آن‌ها این سوخت را می‌دادند ارزش نداشت اما وقتی شما نیاز ضروری دارید و آن‌ها هم نمی‌دهند دیگر یک کالای راهبردی محسوب می‌شود که نمی‌توان برای آن ارزش مادی تعیین کرد.

الان هم این مشکل رفع شده و با کیفیت بسیار خوبی سوخت ما در راکتور تهران در حال استفاده است. حتی در برخی موضوعات از نمونه آرژانتینی بهتر است. این دستاورد غیر مستقیمی که داشت همت و شعار ما می‌توانیم بود که این‌جا عملیاتی شد و در یک زمان ۲ تا ۳ سال، طراحی، ساخت و تامین تجهیزات انجام و محصول گرفته شد که شاهکار بود و خود رهبر انقلاب هم چند شب قبل اشاره خاصی به این سوخت صفحه‌ای کردند که حس خوبی داشت.

## وقتی این سوخت تولید شد و آژانس این را دید، تعجب نکردند؟

بله چون چیز بسیار عجیبی برایشان بود. آن‌ها ابتدا گفتند یک دروغ سیاسی است اما وقتی در راکتور استفاده شد و تا حالا هم جواب داده و بعد واحد و تجهیزات را دیدند تعجبشان کامل شد.

## الان مشکلی در تولید ۲۰ درصد ندارید؟

خیر به راحتی نیاز راکتور تهران تامین می‌شود و مشکل گلوگاهی نداریم.

## بحث زیست محیطی کارخانه FMP چگونه است؟

ما استانداردی را در مجموعه خود پیاده‌سازی می‌کنیم تحت عنوان GSR3 که در حقیقت بالاترین استاندارد آژانس است و در جاهای کمی هم پیاده‌سازی شده و الان ما در کل سایت اصفهان و از جمله FMP آن را اجرا می‌کنیم. این استاندارد بسیار سختگیرانه و ترکیبی از ۶ موضوع است. اول کیفیت که همه بندهای ایزو ۹۰۰۰ را دارد و دوم ایمنی و سوم بهداشت شغلی و چهارم زیست محیطی ایزو ۱۴۰۰۰ و بحث امنیت و ششم اقتصاد که با هم پوشش می‌دهد. این استاندارد آژانس است که اصلش ایمنی و محیط زیست است. تقریباً ۲ سال است که در شرکت، پیاده‌سازی آن شروع شده و تعداد زیادی از نیروها آموزش دیده‌اند و جزواتش پخش شده و الان مراحل ممیزی آن را داریم. یک قسمت این استاندارد ارزیابی جنبه‌های زیست محیطی است یعنی بررسی کردیم که فعالیت‌های ما چه ریسک‌های زیست محیطی دارد و این ریسک‌ها لیست شده و ریسک‌های بالا مشخص و فعالیت‌های ما روی ریسک‌های بالا متمرکز گشته است.

## این جادر حوزه بازرسی‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی چگونه است؟

قبلاً دوربین آژانس در FMP نبود اما بعد از توافق ژنو و با اجرای توافق نهایی برجام، ما یک دوربین آفلاین نظارتی روی کوره سینترینگ داریم تا در داخل آن در رابطه با سوخت اراک چیزی قرار ندهیم. بازرسی‌ها هم مختلف است اما حداقل ماهی یک بار می‌آیند و جابه‌جایی مواد را چک می‌کنند و مواد ما را به گرم و کمتر از آن وزن کشی می‌کنند. بر این اساس می‌گوییم این حرف‌هایی که می‌زنند خنده‌دار است چون همه مواد و وزن آن‌ها و جابه‌جایی آن‌ها مشخص است و می‌دانند البته هیچ عکس و تصویری را نمی‌توانند ببرند.

## در پایان این مصاحبه از مدیر نسبتاً جوان کارخانه مهم FMP یک مهندس شیمی کار کشته به حساب می‌آید پرسیدم ممکن است توافقی شکل بگیرد و بخشی از کارهای شما را محدود کند در آن صورت نظر شخصی شما در مورد توافق نهایی چیست؟

او پاسخ داد من تابع تصمیمی هستم که کشور می‌گیرد و مشکلی با این تصمیم ندارم.



در سوخت مجازی قرص سربی استفاده می‌کنیم و در نتیجه مرحله ساخت قرص واقعی را نداریم بنابراین در این مرحله شکل خود غلاف و خود مجتمع و قطعاتش مهم است. مادر ساخت مجتمع بوشهر قطعاتی از جنس آلومینیوم و استیل داریم که دقیقاً مثل اصلی است.

مجتمع تولید بسته‌های سوخت FMP	
سوخت UO2 طبیعی راکتور آب سنگین اراک	۱۰ تن در سال
سوخت UO2 غنی شده زیر ۵ درصد برای نیروگاه بوشهر	۲۰ تن در سال
سوخت صفحه‌ای ۲۰ درصد برای راکتور تهران	۲۳ تن در سال
زمان ساخت اولیه مجتمع سوخت راکتور اراک	۳۳ صفحه سوخت و یک صفحه آزمایشی
زمان ساخت اولین مجتمع سوخت مجازی نیروگاه بوشهر	فروردین ۱۳۸۸
زمان ساخت اولین مجتمع سوخت مجازی نیروگاه بوشهر	فروردین ۱۳۹۴